

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-186150

(43)Date of publication of application : 09.07.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 9/00

G21K 5/04

H01J 37/09

H01J 37/147

(21)Application number : 09-364209

(71)Applicant : NIKON CORP

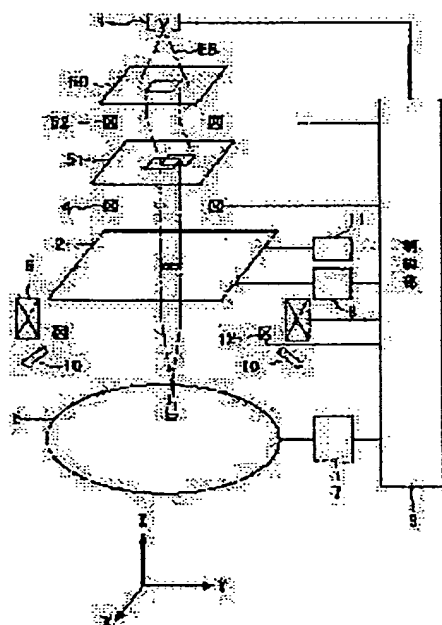
(22)Date of filing : 16.12.1997

(72)Inventor : HIRAYANAGI NORIYUKI

**(54) CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE SYSTEM AND ITS MASK ALIGNMENT METHOD AND EQUIPMENT-CORRECTING METHOD****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a charged particle beam exposure system capable of coping even when it becomes necessary to change the size and the form of a region on a mask which is to be irradiated at a time with a charge particle beam.

**SOLUTION:** An electron beam EB generated from an electron gun 1 is shaped in a rectangular beam by a first aperture 50. The position where a second aperture 51 is irradiated with the beam shaped in a rectangle is set by using a deflector 52. Thereby the size and the form of the electron beam EB with which the mask 2 is irradiated can be arbitrarily continuously changed and set.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(2)

特開平11-186150

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において、マスクに入射させる荷電粒子線の断面の大きさ及び形状のうちの少なくとも一方を変化させる可変手段を備えたことを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項2】 前記可変手段は、前記マスクにおける前記荷電粒子線を一度に照射するべき領域の大きさ及び形状に応じて、前記マスクに入射させる前記荷電粒子線の大きさ及び形状のうちの少なくとも一方を変化させることを特徴とする請求項1記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項3】 前記可変手段は、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に前記荷電粒子線の経路に沿って順に設置された第1及び第2のアパーチャと、前記第1のアパーチャと前記第2のアパーチャとの間において前記第1のアパーチャで成形された荷電粒子線を偏向する偏向器と、を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項4】 前記可変手段は、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置したアパーチャと、該アパーチャの像を前記マスク上に投影する倍率可変レンズと、を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項5】 前記可変手段は、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置されたアパーチャアレイであって、大きさ及び形状のうちの少なくとも一方が異なる複数のアパーチャを同一平面内に有するアパーチャアレイと、前記複数のアパーチャのうちの選択された1つが前記荷電粒子線源からの前記荷電粒子線を成形する位置に位置するように、前記アパーチャアレイを機械的に移動させる移動手段と、を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項6】 前記可変手段は、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置されたアパーチャアレイであって、大きさ及び形状のうちの少なくとも一方が異なる複数のアパーチャを同一平面内に有するアパーチャアレイと、前記複数のアパーチャのうちの1つを選択して当該選択したアパーチャにより前記荷電粒子線が成形されるように、前記荷電粒子線源と前記アパーチャアレイとの間において前記荷電粒子線源からの前記荷電粒子線を偏向する偏向器と、を含むことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項7】 荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において前記マスクのアライメントを行うマスクアライメント方法であって、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射して、前記マスクのアライメントを行うことを特徴とするマスクアライメント方法。

【請求項8】 荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において装置較正を行う装

2

置較正方法であって、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射して、装置較正を行うことを特徴とする装置較正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、荷電粒子線によるマスクの像をウェハ等の試料上に転写する荷電粒子線露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の荷電粒子線によるマスクの像をウェハ等の試料上に転写する荷電粒子線露光装置では、荷電粒子線源から発生する荷電粒子線を荷電粒子線源とマスクの間に設置されたアパーチャにより常に一定の断面の大きさ及び形状に成形し、成形された荷電粒子線をマスクに照射することによって、マスク上の各小領域を選択的に照明し、小領域ごとの分割転写を可能としている。

【0003】このような従来の荷電粒子線露光装置の一例について、図6を参照して説明する。図6は、この従来の荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。なお、説明の便宜上、図6に示すように互いに直交するX軸、Y軸、Z軸を定義する（後述する図1、図3、図4及び図5についても同様。）。

【0004】この従来の荷電粒子線露光装置では、電子銃1から発せられた荷電粒子線としての電子ビームEBは、電子銃1とマスク2との間に設置されたアパーチャ3により常に一定の断面の大きさ及び形状に成形される。この成形された電子ビームEBが、照射位置選択用偏向器4により偏向されて、マスク2上の所定パターンが形成されているある小領域を照射する。この小領域を通過した電子ビームEBは、レンズ5により試料としての半導体ウェハ6上の前記小領域に対応する位置に任意の縮小率で結像され、ウェハ6を露光する。このようにして、マスク2上の当該小領域のパターン像がウェハ6上の対応する位置に転写される。そして、前記照射位置選択用偏向器4による偏向、試料ステージ7によるウェハ6のX方向及びY方向の移動及びマスクステージ8によるマスク2のX方向及びY方向の移動によって、マスク2上の各小領域が成形後の電子ビームEBにより順次選択的に照射されていき、マスク2上の各小領域に分割して形成されているパターン像がウェハ6上に順次分割転写されていく。このような通常の露光時の動作を実現するため、制御部9は前述した各要素1、4、5、7、8、12を制御する。なお、試料ステージ7は、X方向及びY方向のみならず、Z方向にも移動可能となっている。

【0005】前述した通常の露光時の動作に先立って又はその途中において、通常の転写領域の像回転、像倍率等の較正などの装置較正が行われる。この装置較正は、例えば、アパーチャ3により成形された電子ビームEB

(3)

特開平11-186150

3

をマスク2上の所定位置に形成されたマークに照射し、当該マスク2上のマークを通過した電子線によるウェハ6上の対応するマークからの反射電子等を検出器10により検出し、制御部9がその検出値に基づいてレンズ5や偏向器12等の制御パラメータ等を算出してこれを記憶したりウェハステージ7やマスクステージ8を制御したりすることによって、行われる。

【0006】また、前述した通常の露光時の動作に先立って又はその途中において、マスク2がマスクローダ11によって露光位置に初期設置又は交換してローディングされるが、その際に例えば次のようにしてマスク2のアライメント（いわゆるラフアライメント）が行われる。すなわち、やはりアパーチャ3により形成された電子ビームEBをマスク2上の所定位置に形成されたマークが本来位置すべき箇所の付近に照射し、当該マスク2上のマークを通過した電子線によるウェハ6上の対応するマークからの反射電子等を検出器10により検出し、制御部9がその検出値に基づいて当該マーク間のずれがなくなるようにマスクステージ8を制御することによって、行われる。

【0007】なお、以上の説明においては、説明が煩雑とならないように、アパーチャやマスク等を照明するための照明レンズ系や一般的に電子ビーム露光装置に必要なものは省略して説明した（後述する本発明の各実施の形態の説明においても同様である）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】前述したような従来技術の荷電粒子線露光装置では、荷電粒子線源とマスクの間に設置されたアパーチャにより常に一定の断面の大きさ及び形状に成形してこれをマスク上に照射するので、一度に荷電粒子線を照射すべきマスク上の小領域の大きさや形状が常に一定の場合は問題ないが、一度に荷電粒子線を照射すべきマスク上の小領域の大きさを通常の場合より小さくする必要が生じた場合等には対応することができない。

【0009】このため、例えば、マスクとしていわゆる自立薄膜タイプのマスクを使用する場合には、種々の不都合が生ずることが判明した。この点について、前述した図6に示す従来の荷電粒子線露光装置において、前記マスク2として図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いた場合を例として説明する。

【0010】図7は自立薄膜タイプのマスクの一例を示す図であり、図7(a)はその概略平面図、図7(b)は図7(a)中のA-A'線に沿った概略断面図である。このマスクは、電子ビームを大きい散乱角で散乱させる薄膜21と、該薄膜21を基面から支持する厚い格子状の梁部22とから構成されている。梁部22は、厚いので、電子ビームの照射を受けるとこれを全て吸収して発熱し、これにより当該マスクが変形し、マスクの像の転写精度が低下してしまう。このため、図7に示す例

4

では、梁部22に囲まれた各矩形領域31内のそれより一回り小さい矩形領域を各パターン形成領域（転写領域）32とし、各パターン形成領域32を各より大きい矩形領域であって当該パターン形成領域32を含む矩形領域31より小さい矩形領域を、一度に電子ビームが照射される各領域33（図7(a)では1つの領域33のみをハッチングを付して示している。）としている。すなわち、図6中のアパーチャ3により形成された電子ビームが順次各領域33を照射するようになっている。図面には示していないが、薄膜22の各パターン形成領域32には、ウェハ6に転写すべき所望のパターンが開口又は小さい散乱角の部分として形成されている。なお、このようなマスクを用いる場合には、図6には示していないが、レンズ5の後側焦点面に、薄膜22の非パターン部で散乱された電子を導るアパーチャが設けられる（この点は、後述する図1、図3及び図4についても同様。）。

【0011】以上の説明からわかるように、図6に示す従来の荷電粒子線露光装置において図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いても、通常の露光時には不都合は生じない。しかしながら、前述した装置較正時やマスクアライメント時には、次のような不都合が生ずる。

【0012】まず、前述した装置較正時について図8を参照して説明する。図8は、図7に示すマスクの他の部分の概略平面図であり、装置較正時に当該マスク上に電子ビームを照射した状態を示している。装置の較正、とりわけ通常のパターン形成領域（転写領域）32の像回転、倍率等を較正する場合には、図8に示すように通常の転写領域32（図8では図示せず）全体に複数の較正用のマーク34（パターンと同様の、薄膜21に形成された開口又は小さい散乱角の部分）を配置し、マーク34の一つ一つに別々に電子ビームを照射しながらマークの測定（マーク34に対応してウェハ6上に設けられた図示しないマーク（例えば、金属薄膜によるマーク）からの反射電子の検出器10による検出）を行う必要性がある場合が多い。このような場合、この装置較正時に一度に電子ビームが照射される領域33は図7に示す通常の露光時に一度に電子ビームが照射される領域33と同じ大きさ及び形状であることから、図8に示すように、電子ビームがマスクの梁部22にも照射されてしまい、梁部22がその電子ビームを吸収して発熱し、当該マスクが変形してしまう。

【0013】このようなマスクの変形を防止するため、図9に示すように、梁部22に囲まれる矩形領域31（マーク34を設ける矩形領域31）の大きさを大きくして、マーク34の一つ一つに別々に電子ビームを照射しても、その照射される領域33が梁部22にかからないようにすることが考えられる。なお、図9は図7及び図8に示すマスクと比較されるマスクを示す概略平面図であり、図9において、図7及び図8中の要素と同一

(4)

特開平11-186150

5

又は対応する要素には同一符号を付している。しかし、この場合には、梁部22により直接支持されていない矩形領域31の面積が、図9の例では図8に示す元の場合に比べて約4倍も大きくなってしまい、その結果、マーク34の位置精度が低下し、装置校正の精度が低下してしまう。

【0014】次に、前述したマスクアライメント時について図10を参照して説明する。図10は図7に示すマスクの更に他の部分の概略平面図であり、マスクローダ11による当該マスクのローディングの初期位置において当該マスク上に電子ビームを照射した状態を示し、図10(a)はマスクローダ11のローディング精度が高い場合、図10(b)はマスクローダ11のローディング精度が低い場合を示している。マスクアライメントのため、図10に示すように通常の転写領域32(図10では図示せず)にマスクアライメント用のマーク35(パターンと同様の、薄膜21に形成された開口又は小さい散乱角の部分)を配置し、マスクがローディングされたときにマーク35が本来位置すべき箇所の付近に電子ビームを照射しながらマークの測定(マーク35に対応してウェハ6上に設けられた図示しないマーク(例えば、金属薄膜によるマーク)からの反射電子の検出器10による検出)を行う。この場合、このマスクアライメント時に一度に電子ビームが照射される領域33は図7に示す通常の露光時に一度に電子ビーム照射される領域33と同じ大きさ及び形状であることから、ローディング精度が高ければ図10(a)に示すように梁部22には電子ビームが照射されないが、ローディング精度が低ければ図10(b)に示すように梁部22に電子ビームが照射されてしまい、梁部22がその電子ビームを吸収して発熱し、当該マスクが変形してしまう。このようなマスクの変形を防止するには、マスクローダ11のローディング精度を高めるか、あるいは前述した図9の場合と同様に梁部22に囲まれる矩形領域31(マーク35を設ける矩形領域31)の大きさを大きくして、ローディング精度が低くても、電子ビームが照射される領域33が梁部22にかからないようにすることが考えられる。前者の場合には、ローディング精度を高めることは困難であり、後者の場合には、梁部22により直接支持されていない矩形領域31の面積が大きくなるので、マーク35の位置精度が低下し、マスクアライメントの精度が低下してしまう。

【0015】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、一度に荷電粒子線を照射すべきマスク上の領域の大きさや形状を変化させる必要が生じた場合であっても対応することができる荷電粒子線露光装置を提供することを目的とする。

【0016】また、本発明は、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクにおける梁部

6

に囲まれた薄膜の領域であって装置校正用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要のない荷電粒子線露光装置及び装置校正方法を提供することを目的とする。

【0017】さらに、本発明は、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクローダのローディング精度を高くすることなく、マスクにおける梁部に囲まれた薄膜の領域であってマスクアライメント用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要のない荷電粒子線露光装置及びマスクアライメント方法を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため、本発明の第1の態様による荷電粒子線露光装置は、荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において、マスクに入射させる荷電粒子線の断面の大きさ及び形状のうちの少なくとも一方を変化させる可変手段を備えたものである。

【0019】この第1の態様によれば、マスクに入射させる荷電粒子線の断面の大きさ及び形状のうちの少なくとも一方を変化させる可変手段を備えているので、一度に荷電粒子線を照射すべきマスク上の領域の大きさや形状を変化させる必要が生じた場合であっても対応することができる。

【0020】したがって、例えば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、前記可変手段によって、マスクアライメント時には、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射することで、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクローダのローディング精度を高くすることなく、マスクにおける梁部に囲まれた薄膜の領域であってマスクアライメント用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。

【0021】また、例えば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、前記可変手段によって、装置校正時には、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射することで、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクにおける梁部に囲まれた薄膜の領域であって装置校正用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。

【0022】本発明の第2の態様による荷電粒子線露光装置は、前記第1の態様による荷電粒子線露光装置において、前記可変手段が、前記マスクにおける前記荷電粒子線を一度に照射するべき領域の大きさ及び形状に応じて、前記マスクに入射させる前記荷電粒子線の大きさ及び形状のうちの少なくとも一方を変化させるものである。

【0023】本発明の第3の態様による荷電粒子線露光

(5)

特開平11-186150

7

8

装置は、前記第1又は第2の態様による荷電粒子線露光装置において、前記可変手段が、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に前記荷電粒子線の経路に沿って順に設置された第1及び第2のアパーチャと、前記第1のアパーチャと前記第2のアパーチャとの間において前記第1のアパーチャで成形された荷電粒子線を偏向する偏向器と、を含むものである。

【0024】本発明の第4の態様による荷電粒子線露光装置は、前記第1又は第2の態様による荷電粒子線露光装置において、前記可変手段が、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置したアパーチャと、該アパーチャの像を前記マスク上に投影する倍率可変レンズと、を含むものである。

【0025】本発明の第5の態様による荷電粒子線露光装置は、前記第1又は第2の態様による荷電粒子線露光装置において、前記可変手段が、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置されたアパーチャアレイであって、大きさ及び形状のうちの少なくとも一方が異なる複数のアパーチャを同一平面内に有するアパーチャアレイと、前記複数のアパーチャのうちの選択された1つが前記荷電粒子線源からの前記荷電粒子線を成形する位置に位置するように、前記アパーチャアレイを機械的に移動させる移動手段と、を含むものである。

【0026】本発明の第6の態様による荷電粒子線露光装置は、前記第1及び第2の態様による荷電粒子線露光装置において、前記可変手段は、前記荷電粒子線を発する荷電粒子線源と前記マスクとの間に設置されたアパーチャアレイであって、大きさ及び形状のうちの少なくとも一方が異なる複数のアパーチャを同一平面内に有するアパーチャアレイと、前記複数のアパーチャのうちの1つを選択して当該選択したアパーチャにより前記荷電粒子線が成形されるように、前記荷電粒子線源と前記アパーチャアレイとの間において前記荷電粒子線源からの前記荷電粒子線を偏向する偏向器と、を含むものである。

【0027】前記第3乃至第6の態様は、前記第1及び第2の態様における可変手段の例を挙げたものであるが、前記第1及び第2の態様では、前記可変手段はこれらの構成に限定されるものではない。なお、前記第5及び第6の態様ではマスクに照射する荷電粒子線の断面の大きさと形状を任意に選択することはできないが、前記第3の態様と比較すると構造や構成が非常に簡略化されるという利点がある。

【0028】本発明の第7の態様によるマスクアライメント方法は、荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において前記マスクのアライメントを行うマスクアライメント方法であって、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射して、前記マスクのアライメントを行うものである。

【0029】この第7の態様によれば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、マスクアライメント時に通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射するので、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクローダのローディング精度を高くすることなく、マスクにおける露部に囲まれた薄膜の領域であってマスクアライメント用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。

【0030】本発明の第8の態様による装置較正方法は、荷電粒子線によるマスクの像を試料上に転写する荷電粒子線露光装置において装置較正を行う装置較正方法であって、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射して、装置較正を行うものである。

【0031】この第8の態様によれば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、装置較正時に通常の露光時より小さいサイズの断面を有する荷電粒子線を前記マスクに照射するので、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクにおける露部に囲まれた薄膜の領域であって装置較正用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明による荷電粒子線露光装置並びにそのマスクアライメント方法及び装置較正方法について、図面を参照して説明する。

【0033】（第1の実施の形態）まず、本発明の第1の実施の形態による荷電粒子線露光装置について、図1を参照して説明する。

【0034】図1は、本実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。図1において、前述した図6中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複した説明は省略する。

【0035】本実施の形態による荷電粒子線露光装置が前記図6に示す従来の荷電粒子線露光装置と異なる所は、図6中のアパーチャ3に代えて、マスク2に入射させる電子ビームEBの断面の大きさ及び形状を変化させる可変手段として、電子銃1とマスク2との間に電子ビームの経路に沿って順に設置された第1及び第2のアパーチャ50、51と、第1のアパーチャ50と第2のアパーチャ51の間において第1のアパーチャ50で成形された電子ビームEBを偏向するビーム成形用偏向器52とが設けられている点のみである。なお、本実施の形態では、第2のアパーチャ51は、電子銃1と照射位置選択用偏向器4との間に設置されている。また、ビーム成形用偏向器52は、制御部9により制御される。また、アパーチャ50、51の開口はそれぞれ矩形とされているが、それらの形状は必ずしも矩形に限定されるものではない。

(5)

特開平11-186150

9

10

【0036】本実施の形態によれば、電子銃1から発生した電子ビームEBは、まず、第1のアパーチャ50により矩形ビームに成形される。この矩形に成形されたビームを第2のアパーチャ51に照射する位置をビーム成形用偏向器52により設定することにより、マスク2上に照射される電子ビームEBの大きさ及び形状を任意に無段階に変化させて設定することが可能となる。このように、本実施の形態によれば、マスク2に入射させる電子ビームの断面の大きさ及び形状を変化させることができるので、一度に電子ビームを照射すべきマスク2上の領域の大きさや形状を変化させる必要が生じた場合であっても対応することができる。

【0037】次に、本実施の形態において、マスク2として、前述した図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いた場合について説明する。

【0038】通常の露光時には、前述した図6に示す従来の荷電粒子線露光装置の場合と同様に、図7(a)に示すように、梁部22に囲まれた各矩形領域31内のそれぞれより一回り小さい矩形領域を各パターン形成領域(転写領域)32とし、各パターン形成領域32を含みそれぞれより大きい矩形領域であって当該パターン形成領域32を含む矩形領域31より小さい矩形領域を、一度に電子ビームが照射される各領域33(図7(a)では1つの領域33のみをハッチングを付して示している。)としている。すなわち、図1中のアパーチャ50、51により成形された電子ビームが順次各領域33を照射するように、図1中のビーム成形用偏向器52が設定される。

【0039】そして、装置校正時には、前述した図6に示す従来の荷電粒子線露光装置の場合と異なり、図2(a)に示すように、校正用のマーク34の一つ一つに別々に電子ビームを照射する際に一度に電子ビームが照射される領域53は、図7に示す通常の露光時に一度に電子ビームが照射される領域33よりサイズが小さくされる。この場合、領域53の形状及び大きさに合わせて、図1中のビーム成形用偏向器52が設定されることは言うまでもない。なお、図2(a)は、図7に示すマスクの図8に示す部分と同じ部分の概略平面図であり、本実施の形態において装置校正時に当該マスクに電子ビームを照射した状態を示している。このように、装置校正時には、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する電子ビームをマスクに照射することで、梁部22に電子ビームを照射させずにマスクの変形を防止することができる。マスクにおける梁部22に囲まれた薄膜21の領域31であって装置校正用のマーク34が形成された領域31を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。このことは、図2(a)を既に説明した図8及び図9と比較することにより、一層容易に理解することができる。

【0040】また、マスクアライメント時には、前述した図6に示す従来の荷電粒子線露光装置の場合と異な

り、図2(b)に示すように、マスクがローディングされたときにマスクアライメント用のマーク35が本来位置すべき箇所の付近に電子ビームを照射する際に一度に電子ビームが照射される領域54は、図7に示す通常の露光時に一度に電子ビームが照射される領域33よりサイズが小さくされる。この場合、領域54の形状及び大きさに合わせて、図1中のビーム成形用偏向器52が設定されることは言うまでもない。なお、図2(b)は、図7に示すマスクの図10に示す部分と同じ部分の概略平面図であり、本実施の形態においてマスクアライメント時に当該マスクに電子ビームを照射した状態であって、マスクローダ11のローディング精度が低い場合を示している。このように、マスクアライメント時には、通常の露光時より小さいサイズの断面を有する電子ビームをマスクに照射することで、梁部22に電子ビームを照射させずにマスクの変形を防止することができる。マスクローダ11のローディング精度を高くすることなく、マスクにおける梁部22に囲まれた薄膜21の領域31であってマスクアライメント用のマーク35が形成された領域31を特別に大きなサイズにする必要がなくなる。

【0041】なお、本実施の形態では、装置校正時及びマスクアライメント時に通常の露光時より小さいサイズの断面を有する電子ビームをマスク2に照射する点を除いて、通常の露光時の動作、装置校正時の動作及びマスクアライメント時の動作は、前述した図6に示す従来の荷電粒子線露光装置と同じである。

【0042】(第2の実施の形態) 次に、本発明の第2の実施の形態による荷電粒子線露光装置について、図3を参照して説明する。

【0043】図3は、本実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。図3において、前述した図1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複した説明は省略する。

【0044】本実施の形態による荷電粒子線露光装置が前記図1に示す第1の実施の形態による荷電粒子線露光装置と異なる所は、マスク2に入射させる電子ビームEBの断面の大きさを変化させる可変手段として、図1中の第1及び第2のアパーチャ50、51及びビーム成形用偏向器52に代えて、電子銃1とマスク2との間に設置したアパーチャ60と、該アパーチャ60の像をマスク2上に投影する倍率可変レンズ61とが設けられている点のみである。本実施の形態では、倍率可変レンズ61の倍率は、制御部9によって任意に設定される。

【0045】本実施の形態によれば、電子銃1から発生した電子ビームEBは、アパーチャ60により矩形ビームに成形され、この成形された矩形ビームが倍率可変レンズ61によりその倍率で定まる大きさ断面を有する矩形ビームとなってマスク2上に照射されることとなる。このため、制御部9により倍率可変レンズ61の倍率を

(7)

特開平11-186150

11

設定することにより、マスク2上に照射される電子ビームEBの大きさを任意に無段階に変化させて設定することが可能となる。このように、本実施の形態によっても、マスク2に入射させる電子ビームの断面の大きさを变化させることができるので、一度に電子ビームを照射すべきマスク2上の領域の大きさを变化させる必要が生じた場合であっても対応することができる。

【0046】本実施の形態において、マスク2として、前述した図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いた場合についても、前記第1の実施の形態の場合と同様であり、前記第1の実施の形態と同様の利点を得られる。

【0047】(第3の実施の形態)次に、本発明の第3の実施の形態による荷電粒子線露光装置について、図4を参照して説明する。

【0048】図4は、本実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。図4において、前述した図1中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複した説明は省略する。

【0049】本実施の形態による荷電粒子線露光装置が前記図1に示す第1の実施の形態による荷電粒子線露光装置と異なる所は、マスク2に入射させる電子ビームEBの断面の大きさを变化させる可変手段として、図1中の第1及び第2のアパーチャ50、51及びビーム成形用偏向器52に代えて、電子銃1とマスク2との間に設置したアパーチャレイ70であって、大きさ及び形状のうちの少なくとも一方が異なる複数のアパーチャ70a、70b、70cを同一のXY平面内に有するアパーチャレイ70と、前記複数のアパーチャ70a、70b、70cのうちの選択された1つが電子銃1からの電子ビームを成形する位置に位置するように、アパーチャレイ70を機械的に移動させる移動機構71とが設けられている点のみである。本実施の形態では、移動機構71は、制御部9によって制御されて作動し、アパーチャレイ70をY方向に移動させる。

【0050】本実施の形態によれば、電子銃1から発生した電子ビームEBは、複数のアパーチャ70a、70b、70cのうちの選択された1つのアパーチャにより矩形ビームに成形され、この成形された矩形ビームがマスク2上に照射されることとなる。このため、制御部9により移動機構71を作動させて成形位置に位置させるアパーチャを適宜選択することにより、マスク2上に照射される電子ビームEBの大きさや形状を变化させて設定することが可能となる。このように、本実施の形態によっても、マスク2に入射させる電子ビームの断面の大きさ及び形状を变化させることができるので、一度に電子ビームを照射すべきマスク2上の領域の大きさ及び形状を变化させる必要が生じた場合であっても対応することができる。

【0051】本実施の形態において、マスク2として、前述した図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いた場

12

合についても、前記第1の実施の形態の場合と同様であり、前記第1の実施の形態と同様の利点を得られる。

【0052】なお、本実施の形態では、マスク2に照射する電子ビームの断面の大きさや形状を任意に選択することはできないが、前記第1の実施の形態と比較すると構造や構成が非常に簡略化されるという利点がある。

【0053】(第4の実施の形態)次に、本発明の第4の実施の形態による荷電粒子線露光装置について、図5を参照して説明する。

【0054】図5は、本実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。図5において、前述した図4中の要素と同一又は対応する要素には同一符号を付し、その重複した説明は省略する。

【0055】本実施の形態による荷電粒子線露光装置が前記図4に示す第3の実施の形態による荷電粒子線露光装置と異なる所は、移動機構71が取り除かれてアパーチャレイ70が固定され、アパーチャ選択用偏向器81が追加されている点である。アパーチャ選択用偏向器81は、制御部9によって制御されて、アパーチャレイ70の複数のアパーチャ70a、70b、70cのうちの1つを選択して当該選択したアパーチャにより電子銃1からの電子ビームEBが成形されるように、電子銃1とアパーチャレイ70との間において電子銃1からの電子ビームEBを偏向するものである。すなわち、本実施の形態では、マスク2に入射させる電子ビームEBの断面の大きさを变化させる可変手段として、アパーチャレイ70及びアパーチャ選択用偏向器81が設けられている。なお、本実施の形態では、電子銃1とアパーチャ選択用偏向器81の間には、電子銃1からの電子ビームEBを、アパーチャレイ70の複数のアパーチャ70a、70b、70cのうちの最も大きいアパーチャ70aより若干大きい断面を有するように、予め成形する予備成形アパーチャ82が追加されている。本実施の形態では、この予備成形アパーチャ82を設けることによって、アパーチャレイ70の複数のアパーチャ70a、70b、70cの配置間隔を極力狭めることができ、これによりアパーチャ選択用偏向器81の偏向量を小さくすることができる。もっとも、予備成形アパーチャ82は必ずしも設ける必要はない。なお、前述した図4に示す第3の実施の形態においても、予備成形アパーチャ82を設けてもよいことは勿論である。この場合、アパーチャ70a、70b、70cの配置間隔を極力狭めることができるので、移動機構71によるアパーチャレイ70の移動量を小さくすることができる。

【0056】本実施の形態によれば、電子銃1から発生した電子ビームEBは、予備成形アパーチャ82により予備成形された後に、アパーチャ選択用偏向器81により複数のアパーチャ70a、70b、70cのうちの選択された1つのアパーチャに向けて偏向され、当該選択されたアパーチャにより矩形ビームに成形され、この成



(8)

特開平11-186150

13

形された矩形ビームがマスク2上に照射されることとなる。このため、アパーチャ選択用偏向器81による偏向の量や方向を適宜選択することにより、マスク2上に照射される電子ビームEBの大きさや形状を変化させて設定することが可能となる。このように、本実施の形態によっても、マスク2に入射させる電子ビームの断面の大きさ及び形状を変化させることができるので、一度に電子ビームを照射すべきマスク2上の領域の大きさ及び形状を変化させる必要が生じた場合であっても対応することができる。

【0057】本実施の形態において、マスク2として、前述した図7に示す自立薄膜タイプのマスクを用いた場合についても、前記第1の実施の形態の場合と同様であり、前記第1の実施の形態と同様の利点が得られる。

【0058】なお、本実施の形態では、マスク2に照射する電子ビームの断面の大きさや形状を任意に選択することはできないが、前記第1の実施の形態と比較すると構造や構成が非常に簡略化されるという利点がある。

【0059】以上、本発明の各実施の形態について説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

【0060】例えば、本発明において使用するマスクは自立薄膜タイプのマスクに限定されるものではない。また、本発明において使用する自立薄膜タイプのマスクも、図7に示すものに限定されるのではなく、例えば、第22に囲まれた矩形領域31内に複数のパターン形成領域（転写領域）を有するものであってもよい。

【0061】

【発明の効果】本発明によれば、一度に荷電粒子線を照射すべきマスク上の領域の大きさや形状を変化させる必要が生じた場合であっても対応することができる荷電粒子線露光装置を提供することができる。

【0062】また、本発明によれば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクにおける第22に囲まれた薄膜の領域であって装置校正用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要のない荷電粒子線露光装置及び装置校正方法を提供することができる。

【0063】さらに、本発明によれば、マスクとして自立薄膜タイプのマスクを使用する場合であっても、マスクの変形を防止することができるとともに、マスクローダのローディング精度を高くすることなく、マスクにおける第22に囲まれた薄膜の領域であってマスクアライメント用のマークが形成された領域を特別に大きなサイズにする必要のない荷電粒子線露光装置及びマスクアライメント方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

14

【図1】本発明の第1の実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態における電子ビームの照射状態を示すマスクの一部を示す概略平面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。

10 【図5】本発明の第4の実施の形態による荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。

【図6】従来の荷電粒子線露光装置の概略構成を模式的に示す図である。

【図7】自立薄膜タイプのマスクの一例を示す図であり、図7(a)はその概略平面図、図7(b)は図7(a)中のA-A'線に沿った概略断面図である。

【図8】前記従来の荷電粒子線露光装置における装置校正時の電子ビームの照射状態を示すマスクの一部を示す概略平面図である。

20 【図9】図8に示すマスクと比較されるマスクを示す概略平面図である。

【図10】前記従来の荷電粒子線露光装置におけるマスクアライメント時の電子ビームの照射状態を示すマスクの一部を示す概略平面図である。

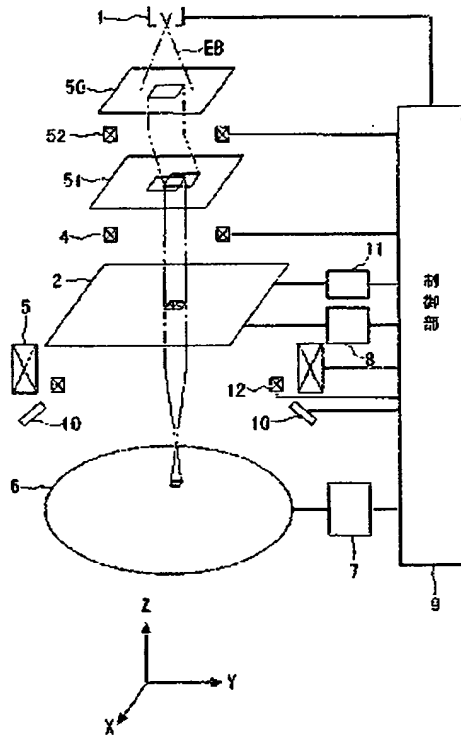
【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 マスク
- 4 照射位置選択用偏向器
- 5 レンズ
- 6 ウェハ
- 7 試料ステージ
- 8 マスクステージ
- 9 制御部
- 10 検出器
- 11 マスクローダ
- 12 偏向器
- 21 薄膜
- 22 露部
- 34 校正用のマーク
- 35 マスクアライメント用のマーク
- 50、51、60 アパーチャ
- 52 ビーム成形用偏向器
- 61 倍率可変レンズ
- 70 アパーチャアレイ
- 70a、71b、71c アパーチャ
- 71 移動機構
- 81 アパーチャ選択用偏向器
- 82 予備成形アパーチャ

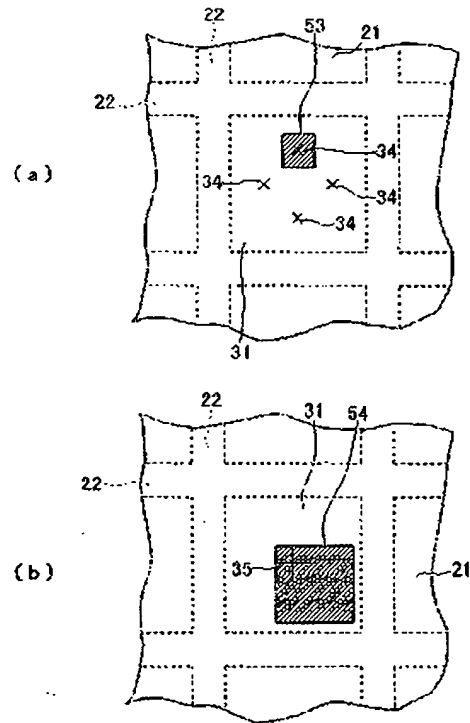
(9)

特開平11-186150

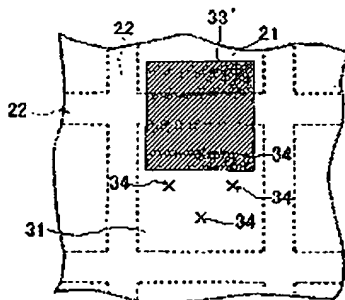
【図1】



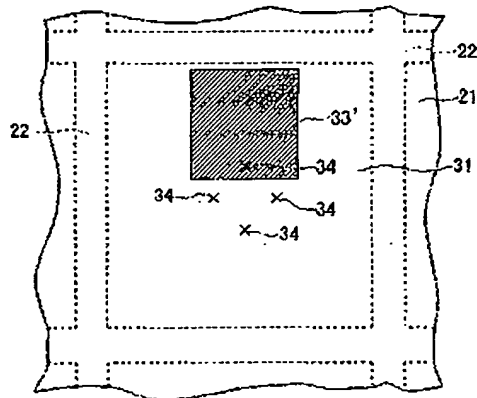
【図2】



【図8】



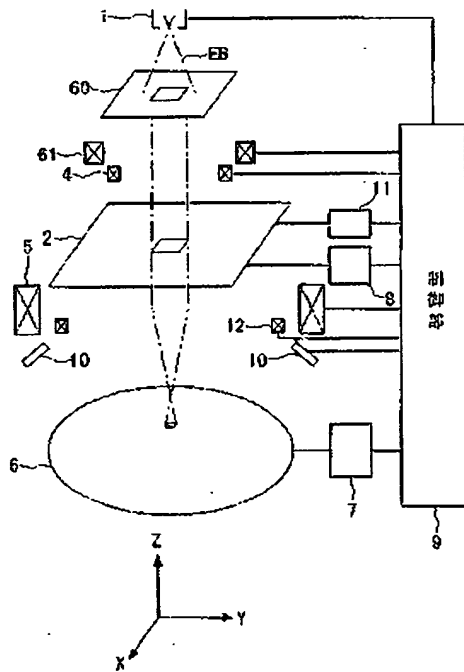
【図9】



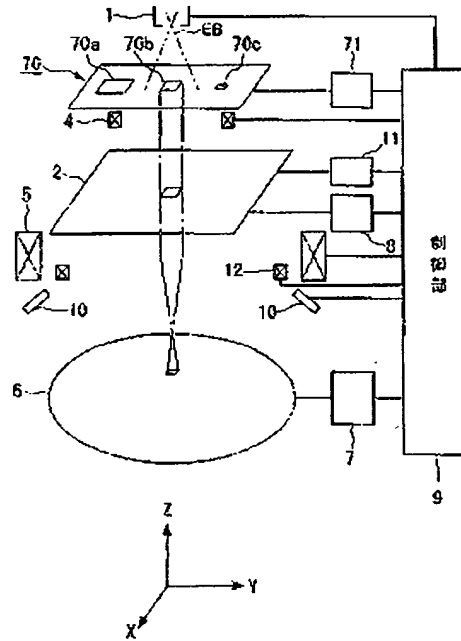
(10)

特開平11-186150

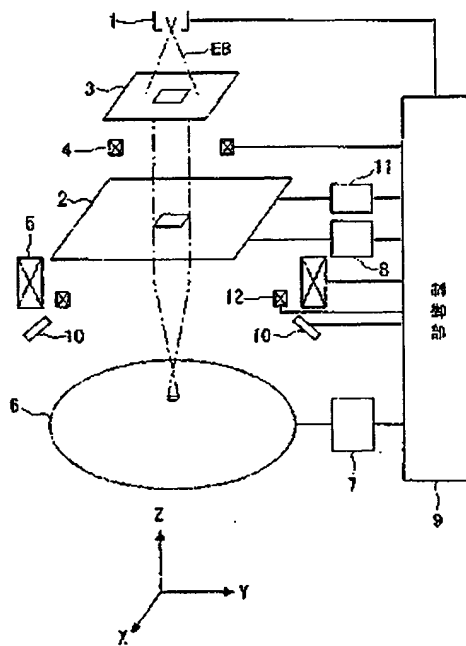
【図3】



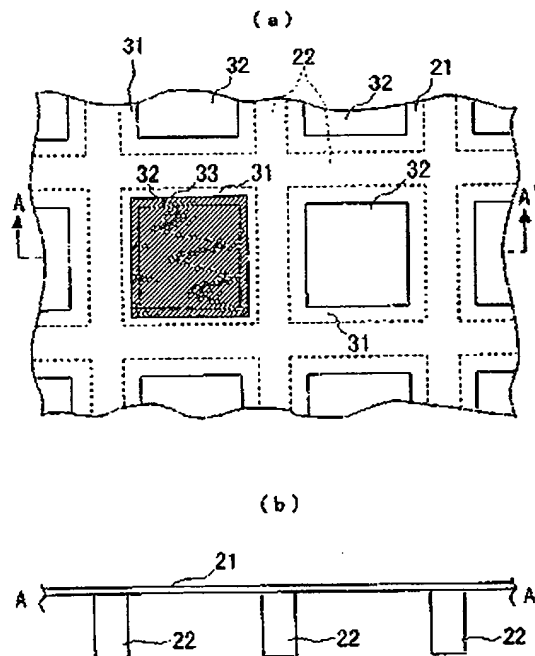
【図4】



【図6】



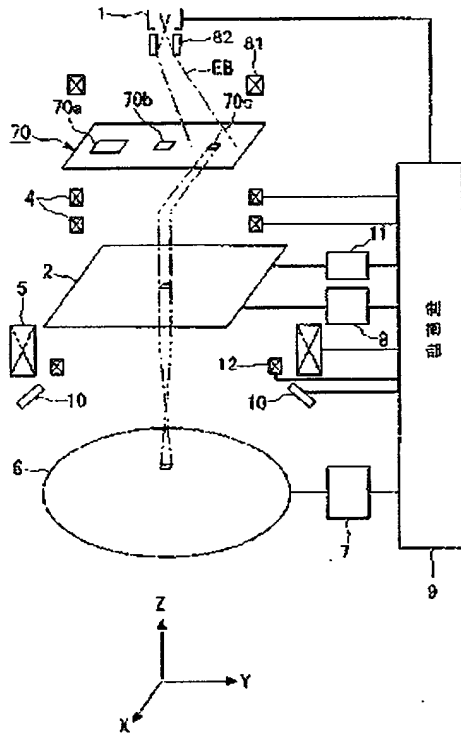
【図7】



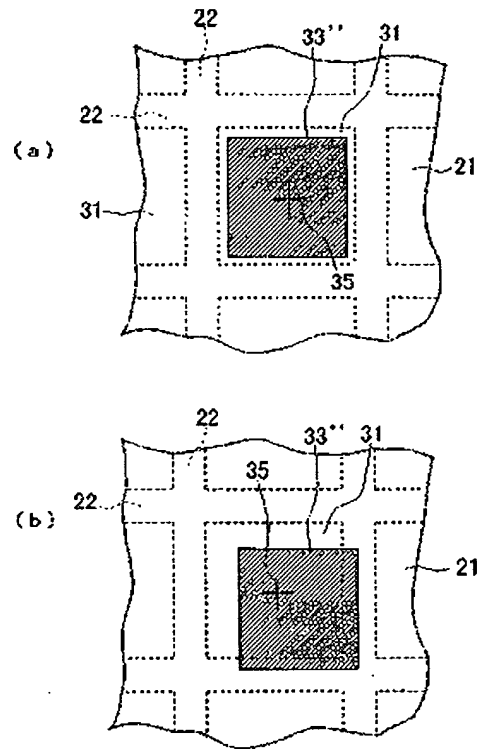
(11)

特開平11-186150

【図5】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>°</sup>  
H01J 37/147

識別記号

FI  
H01J 37/147 C  
H01L 21/30 541E